

Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), una opción económica más rentable para reducir costos de pastoreo en la producción de carne y leche

Intensive silvopastoral systems (SSPi), a more profitable economic option to reduce grazing costs for meat and milk production

<https://doi.org/10.33110/inceptum.v18i35.444>

(Recibido: 17/11/2023; Aceptado: 13/12/2023)

José Manuel González Pérez ¹

Resumen

Ante el panorama actual relacionado con el calentamiento global y el encarecimiento de precios en los insumos del sector agropecuario, se propone en el presente estudio descriptivo voltear hacia sistemas de producción más rentables económicamente y amigables con el medio ambiente, que no dependan en gran medida de insumos externos. Por la cual se analizaron dos explotaciones con sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) establecidos a base de *Leucaena leucocephala* y *P. maximum*, en el Valle de Apatzingán, Michoacán, los que se utilizan como fuente de alimentación en el ganado bovino productor de carne, y en el ganado bovino de doble propósito (carne-leche). Considerando que anteriormente ya estaba demostrado que en los dos casos de explotación de los SSPi, siempre sus indicadores económicos fueron superiores a los sistemas de producción tradicionales (ST). Pero cuando se analizan los escenarios de las dos líneas viables del SSPi, resulto ser mayor la rentabilidad cuando se emplea en la alimentación de bovinos de doble propósito, que cuando se utiliza para el ganado especializado en carne.

Palabras clave: bovinos, sistema silvopastoril intensivo, sistema tradicional, rentabilidad económica.

Clasificación JEL: Q12, Q13, Q14, Q15, Q16

¹ Profesor Investigador de la Facultad de Economía Vasco de Quiroga de la Universidad Michoacana de San Nicolás (UMSNH). Integrantes del Cuerpo Académico Consolidado PRODEP UMSNH-CA-238. Correo institucional: manuel.perez@umich

Abstract

In view of the current scenario related to global warming and the rising prices of inputs in the agricultural sector, this descriptive study proposes to turn towards more economically profitable and environmentally friendly production systems that do not depend heavily on external inputs. Therefore, two farms with intensive silvopastoral systems (SSPi) based on *Leucaena leucocephala* and *P. maximum*, in the Apatzingán Valley, Michoacán, which are used as a source of food for beef cattle and dual-purpose cattle (meat-milk), were analyzed. Considering that previously it was already demonstrated that in the two cases of exploitation of SSPi, their economic indicators were always superior to traditional production systems (TS). But when the scenarios of the two viable lines of SSPi were analyzed, it turned out to be more profitable when used in the feeding of dual-purpose cattle, than when used for cattle specialized in meat.

Keywords: cattle, intensive silvopastoral system, traditional system, economic profitability.

JEL Codes: Q12, Q13, Q14, Q15, Q16

Introducción

Además de los múltiples problemas que ha dejado la enfermedad provocada por coronavirus, entre ellos el alimentario, se suma el conflicto entre la Federación de Rusia y Ucrania, la cual según el Director General de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), QU Dongyu, considera que por el papel que juegan ambos países como grandes exportadores de cereales y fertilizantes, a nivel mundial, se estará encareciendo la mayoría de los productos, ya que ambos países en conjunto suministran al mundo el 19 % de toda la cebada, el 14 % del trigo y el 4 % del maíz, representando en conjunto más de un tercio de las exportaciones mundiales de cereales, además de ser los principales proveedores de colza y representan el 52 % del mercado mundial de exportación de aceite de girasol, así mismo esos dos países son grandes exportadores de fertilizantes. Por lo que pone como ejemplo todo lo concerniente a la escalada de precios a nivel mundial de todos los productos citados, así los precios de los aceites de colza y de girasol subieron más de un 60 % y además, a consecuencia de una elevada demanda y la volatilidad de los precios del gas natural, se ha propiciado un gran aumento en los costos de los fertilizantes, ya que incluso la urea ha aumentado más del 300 % en los últimos 12 meses. Asimismo, el incremento en los precios de la energía, la cual es básica para la producción de muchos de los insumos que se requieren en la agricultura, por lo que trae efectos negativos para este sector primario (Dongyu, 2022).



Ante los problemas de escalada de precios en los agroquímicos y en los granos, así como sus impactos en el medio ambiente el hecho que provocan el uso indiscriminado de agroquímicos, la dependencia de granos en una ganadería no sustentable, más los efectos tangenciales que se provocan con lo antes descrito y que impactan en todos los procesos del sector agropecuario, es recomendable impulsar sistemas de producción más amigables con el medio ambiente y que además sean rentables económicamente, como es el caso de los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), que han sido utilizados en las explotaciones ganaderas, por sus múltiples bondades demostradas científicamente y publicadas por varios investigadores expertos en diferentes áreas de la agroecología, agroforestería y particularmente de los SSPi.

Las ventajas ambientales que proporcionan los SSPi, frente a los otros sistemas de producción tradicionales con monocultivos (STM) para alimentar bovinos, son múltiples, las cuales están demostradas científica y empíricamente en un sin número de investigaciones realizadas por expertos en las diferentes disciplinas de la agroecología y agroforestería, las cuales repercuten en beneficio tanto al medio ambiente como al productor al tener una mejor calidad de terreno y su entorno, amén de lo productivo.

Ambientalmente está demostrado que los SSPi, son muy superiores a los STM, ya que los SSPi contribuyen como una herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático, ya que permiten mantener la humedad del suelo y la humedad relativa entre 10 y 20%, reducen la evapotranspiración (1.8 mm/día), disminuyen la temperatura ambiental anual entre 2 a 3 °C., y la emisión de metano por tonelada de carne es de 1.8 veces menores en el SSPi que en el STM (Murgueitio R. *et al.*, 2014).

En este mismo sentido los SSPi establecidos a base de *L. leucocephala* contribuyen a disminuir las emisiones entéricas de metano CH₄, hasta en un 20 % por kilogramo de carne o leche producida (Rivera-Herrera *et al.*, 2017).

También este SSPi propicia el aumento de la biota edáfica que acelera la descomposición de las bostas (López-Vigoa *et al.*, 2017).

Se ha demostrado que los sistemas de explotación pecuarios manejados bajo el STM, han contribuido de manera importante con la degradación del suelo, provocando una reducción en la productividad. Por lo cual se considera como una de las alternativas la utilización de los SSP, como una de las tecnologías que permiten la reconversión de suelos degradados mediante la incorporación de especies arbóreas. Todos los SSP existentes presentan múltiples beneficios al medio ambiente, por citar a uno de ellos, el que se establece a base de *L. leucocephala*, *Panicum maximum* y *C. nlemfuensis*, este sistema ha demostrado que mejora algunos indicadores químicos del suelo (e.g. pH, MO, Ca y K) y de la macrofauna (individuos mayores que 2 mm) (Ramírez-Avilés *et al.*, 2009).

En lo general se ha demostrado que los SSP contribuyen con los procesos naturales, como el reciclaje de nutrientes, con la fertilidad natural de los suelos, con el secuestro de carbono y la mitigación de las emisiones del gas efecto invernadero, siendo un sistema más adecuado para la explotación pecuaria, frente a los STM (Buitrago-Guillen *et al.*, 2018).

En la zona motivo de estudio, el cual fue primero en el estado de Michoacán en realizar el establecimiento de los SSPi, e incluso a nivel nacional, en el año 2012 según López-Cobá *et al.*, encontraron que el SSPi además de ser productivo y económicamente rentable, tiene grandes ventajas ambientales, frente a cualquier otro sistema de explotación pecuaria tradicional, ya que solo en los SSPi se pueden encontrar un mayor inventario de diversidad faunística frente al STM, como fue comprobado en once predios con SSPi, en los que se encontraron 167 especies pertenecientes a ocho clases taxonómicas: anfibios, arácnidos, aves, insectos, mamíferos, moluscos, peces y reptiles. De éstos, el grupo de los insectos fue el más diverso con 104 especies y 640 individuos, seguido del de aves. Se registraron tres especies con estatus de Amenazada y bajo Protección Especial, dentro de la norma oficial mexicana. Con estos resultados, los autores concluyeron que los SSPi crean condiciones que generan un impacto positivo en la riqueza y abundancia de especies de fauna, generado por la heterogeneidad estructural del componente vegetal (López-Cobá *et al.*, 2012).

Otros beneficios ambientales del SSPi los citan en el año 2011, Solorio-Sánchez *et al.*, al mencionar que los indicadores ambientales en SSPi en Tepalcatepec, generan mejores condiciones ecológicas, un mayor reciclaje de nutrimentos y uso eficiente del agua, elevado aporte de materia orgánica, así como fijación de N, captura de carbono y reducción en la emisión de metano, frente al STM, como lo demuestra en el cuadro 1.

Cuadro 1 *Indicadores ambientales en Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) y en los Sistemas Tradicionales con pasturas en Monocultivo (STM)*

<i>Indicadores</i>	<i>STM</i>	<i>SSPi</i>
Temperatura (°C)	34-38	30-34
Reciclaje de nutrimentos (kg ha ⁻¹ N-P-K).	Menos 15, 6, 17	Más 22, 4, 2
Eficiencia del uso de agua (%)	30	80-90
Materia orgánica (kg ha ⁻¹)	320	1000
Fijación de N (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	0	300-500
Captura de C (t ha ⁻¹ año)	120	220
Emisión de metano (kg año ⁻¹ animal ⁻¹)		20% menos emisión en comparación el STM

Fuente: (Solorio-Sánchez *et al.*, 2011)



Respecto a la calidad de la pastura, la productividad y competitividad del SSPi frente a los sistemas tradicionales ST, existen innumerables estudios dentro de los cuales se citan algunos de estos.

Los SSPi mejoran la calidad del forraje y por ende se incrementa la producción de leche y carne por unidad de superficie, y como consecuencia se eleva considerablemente la productividad y la competitividad pecuaria, ya que en los SSPi se puede llegar a producir hasta 12 veces más carne que cuando se utiliza el pastoreo extensivo y 4.5 veces más que si se utilizan pastos mejorados sin árboles, (Murgueitio R. *et al.*, 2014).

Por otra parte el alimento que proporciona para el ganado el SSPi establecido con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, posee una buena calidad nutricional, ya que tiene un contenido de proteína por arriba del 22 % y un menor contenido de fibra que oscila entre el 20 y el 30 %, con respecto a la mayoría de los pastos tropicales, además es más tolerante al ramoneo intensivo, dando en conjunto un rendimiento de dos o tres veces más carne y leche ha-1 año-1, al contar con una buena calidad nutricional y poseer una mayor oferta forrajera, ya que con esta leguminosa el consumo de materia seca (MS) puede ser 1,3 veces mayor que el analizado en los sistemas tradicionales o convencionales de la zona, así mismo los SSPi utilizados en sistemas pecuarios, tienen una menor dependencia de insumos externos, como fertilizantes y alimentos concentrados preparados (Rivera-Herrera *et al.*, 2017).

Además al no ser un sistema consumista el SSP constituyen una alternativa viable para la producción pecuaria sostenible y además de múltiples bondades, se suma el hecho de haber encontrado que favorece el control del parasitismo en el ganado bovino, brindando alta disponibilidad de biomasa comestible, para una mayor producción de carne y leche, incluso reduce el parasitismo gastrointestinal en los animales y el incremento de la fauna asociada que regula las poblaciones de garrapatas e insectos vectores, mejorando el bienestar y comodidad de los animales (López-Vigoa *et al.*, 2017).

Los SSPi se caracterizan por incrementar la producción pecuaria y por ende se eleva el beneficio económico para los productores, frente a los STM (Buitrago-Guillen *et al.*, 2018).

En el Valle de Apatzingán, Michoacán, México, que es la zona motivo de estudio, se ha observado que los SSPi, cuando son utilizados en explotaciones ganaderas con bovinos productores de carne, así como en bovinos destinados al doble propósito (carne y leche) presenten los beneficios antes descritos, los cuales están escritos por diversos investigadores, nacionales e internacionales, destacando en número de presentaciones los adscritos a la Universidad Autónoma de Yucatán. Estas publicaciones fueron presentadas en los extensos impresos en memorias internas de la Fundación Produce Michoacán, A.C., en cuatro congresos especializados en SSPi, por citar tres, el II congreso se realizó del 3 al 5 de noviembre del año 2009, el III congreso se realizó del 2 al 4 de marzo del año 2011, y el IV congreso se realizó del 21 al 23 de marzo del año 2012, lo anterior fue, en virtud de que

Michoacán y particularmente el Valle de Apatzingán, Michoacán, fue uno de los lugares pioneros en trabajar en explotaciones pecuarias de manera más masificadas hasta ese momento los SSPi.

Dentro de algunos beneficios comerciales que se han observado para el ganadero en la zona motivo de estudio destacan los siguientes:

- Los productores que tienen explotaciones ganaderas con SSPi. En lo concerniente a las características del queso que se obtiene de leche de vaca en la tierra caliente, de acuerdo a estudio realizado en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, se encontró que el ganado que se alimentó en explotaciones con el SSPi, produce leche con la cual al transformar a queso, este producto resulto ser de excelente calidad desde el punto de vista de sus principales nutrientes, ya que está elaborado con leche de buena calidad fisicoquímica, sumado que además en el predio que se elaboró y en toda esa zona, los ganaderos posee una tradición en su elaboración que supera los 300 años, observando que el queso elaborado con leche de vaca obtenida en explotaciones de pastoreo bajo el SSPi, presenta características similares e incluso superiores en el contenido de grasa a las de los sistemas tradicionales de la zona, presentando mejores características fisicoquímicas el del SSPi, que las del queso elaborado en un sistema tradicional (Solís *et al.*, 2013).
- Empíricamente se observa que la leche que producen los ganaderos de los SSPi, frente a los de los STM, la primera tiene más demanda local incluso una agroindustria quesera en Tepalcatepec, Michoacán, actualmente no procesa ninguna leche que no venga de un SSPi. En este mismo municipio en un pequeño negocio que procesa la carne para cecina, únicamente garantiza que proviene de ganado sano alimentado exclusivamente bajo el SSPi, así mismo algunos introductores a rastros del Valle de Apatzingán, que compran todo tipo ganado gordo para su venta en carne, prefieren un poco las los alimentados en los SSPi, por las características de la carne que citan en el siguiente párrafo.

Por otra parte, en el municipio de Apatzingán, Michoacán, en lo que se refiere a la calidad de carne, que se obtiene de los bovinos engordados bajo un SSSPi, que al evaluar los músculos *Longissimus dorsi* (Ld) y *Semimembranosus* (Sm), concluyeron los investigadores que los animales producen carne magra y porcentajes importantes de ácidos grasos poliinsaturados, por lo que la explotación de bovinos carne, pastados en SSPi constituye una buena alternativa para una producción sustentable, produciendo carne magra de buena calidad, que posee una grasa saludable, ya que tiene un perfil de ácidos grasos deseable, en donde destaca la presencia del ácido oleico (Rodríguez *et al.*, 2013).



Independientemente de los múltiples estudios de los SSPi, en diferentes ámbitos de beneficios e impactos. A nivel nacional existen limitadas investigaciones sobre análisis económicos bajo los enfoques de la evaluación con los indicadores clásicos y en la zona motivo de estudio, únicamente los desarrollados por González en los años 2013, 2016 y otros años. Pero no existe una comparación local en términos de rentabilidad económica entre los dos SSPi estudiados por González, ya que los dos son planteados con horizontes financieros diferentes y no iguales.

Por lo que en el presente estudio se plantea únicamente el siguiente objetivo de investigación. Analizar cual explotación pecuaria que es alimentada con el SSPi, es más rentable en el largo plazo si la de bovinos de doble propósito (carne y leche), la de bovinos de carne.

Por lo que se plantea la siguiente hipótesis central: El SSPi, es una opción económica más rentable en las explotaciones de ganado bovino de doble propósito al reducir los costos de pastoreo en la producción de carne y leche. Que cuando se utilizan para alimentar bovinos especializados o utilizados exclusivamente para la producción de carne.

La anterior con independencia que los dos tipos de ganado explotados en SSPi, son más rentables económicamente, que cuando se utiliza cualquier otro método de alimentación tradicional en la región.

En la zona motivo de estudio, siempre han existido varios nichos de oportunidades en el área agrícola, pecuaria, agroindustrial y en general en todas las ramas y subramas relacionadas con el sector agropecuario, que son propias del clima cálido, así se demuestra la gran importancia que históricamente tenía el valle de Apatzingán en el sector agrícola y ganadero a nivel local, regional, estatal y nacional, en la investigación de 1852-1910, titulada El suroeste de Michoacán: Economía y sociedad de (Sánchez-D, 1988).

Es importante esta zona en el aspecto ganadero ya que en el Distrito de Desarrollo Rural de Apatzingán en el año 2004 tenía el 14% del inventario ganadero estatal, siendo la más común la cruce de cebú con suizo, generando una oferta anual de aproximadamente de 89,650 de becerros y novillos que son transferidos a otros estados del país para su engorda. Además, producía 55.15 millones de leche, ubicándose en ese tiempo en el segundo lugar en la producción de leche, como distrito de desarrollo del estado de Michoacán (Sánchez-R & Sánchez-V, 2005).

Sin embargo, en la región del valle de Apatzingán, también se presentan un sin número de problemas sociales. Principalmente los asociados a la inseguridad social, la cual se presenta desde diversas situaciones trágicas que merman el interés del trabajo productivo limpio, de las personas no conflictivas y que solo desean trabajar en un contexto remunerativo a su esfuerzo, incluso empíricamente se conoce de ganaderos que pagan cuotas o que incluso han vendido sus terrenos y ganados a precios bajos para salir de esa situación agobiante de

inestabilidad social y de seguridad en la zona, dejando su tierra y mal vendiendo su patrimonio. Además de múltiples casos citados en las noticias locales, estatales y nacionales.

Por citar una noticia pública que se titula: *Violencia e ingobernabilidad: el diagnóstico de Tierra Caliente a una década del surgimiento de las autodefensas*. De acuerdo con el informe *Diez años de vigilantes: Las autodefensas mexicanas* de The Global Initiative Against Transnational Organized Crime, Michoacán sigue siendo en la actualidad una zona crucial para la importación y el tráfico de cocaína, así como la producción de metanfetamina. Sin embargo, los tentáculos del crimen organizado también se extienden a la extorsión a empresas locales, así como a agroindustrias. También, durante esta década la región se ha mantenido entre las cinco más violentas de México, con una tasa de homicidios de 51 por cada 100 mil habitantes en 2022, además de ocupar el primer lugar en desplazamiento forzado interno en 2021, con 13 mil 515 personas desplazadas. El informe también mostró como las relaciones entre autoridades, actores criminales y grupos civiles armados producen una constante inestabilidad que supone grandes retos a las estrategias de seguridad pública, prevención y reducción de la violencia a nivel local (*Violencia e ingobernabilidad, 2023*).

Materiales y métodos

Se realizó una revisión documental de las investigaciones realizadas por González, en la región del valle de Apatzingán, Michoacán, de los años 2013 y 2016, las cuales están a la fecha vigentes, ya que incluso la explotación analizada en el año 2013 se encuentra en plena operación a la fecha, y derivado de la realizada en 2016 se ha replicado en otros lugares el modelo de aprovechamiento.

Después de la revisión documental y con base en los cálculos en las dos investigaciones se procedió a comparar cuál de las dos opciones de explotación pecuaria resulta más viable, utilizando los sistemas silvopastoriles intensivos SSPi, como fuente de alimentación básica tanto en los bovinos de doble propósito (carne y leche), como en los bovinos carne. Sin embargo, dado que la investigación original del año 2016 de bovinos carne, se realizó con un horizonte de planeación financiera de 7 años, para ese estudio, fue necesario realizar nuevos cálculos a un horizonte de planeación financiera nuevo, cuyo horizonte fuera a 10 años, para poder empatar el tiempo de análisis económico financiero, con el estudio del 2013 de los bovinos de doble propósito, ya que esta investigación desde su análisis original se proyectó financieramente durante un horizonte financiero de 10 años. Así una vez que se proyectó financieramente con el mismo tiempo en las dos explotaciones, se procedió a comparar los resultados de los indicadores económicos de las dos opciones que resultaron más rentables al utilizar SSPi como fuente principal en la alimentación de los bovinos de doble propósito y en los de carne.



Por lo que se procedió en lo general en primer lugar a citar a manera de síntesis los datos más relevantes, de los dos estudios básicos utilizados, ordenado prioritariamente los métodos y posteriormente sus resultados obtenidos de ambos estudios, para después presentar de manera resumida y la comparación y resultado final de esta.

Para el caso que concierne a los bovinos de doble propósito, publicado en el año 2013, González, indica: que el estudio se dio en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán (México), a una altura de 370 msnm., con un clima tropical seco estepario con lluvias en verano, con temperatura media anual es de 28°C, una precipitación media anual de 700 mm., con agua rodada o por gravedad y el predio posee una superficie total de 54 hectáreas (ha); de las cuales, únicamente una hectárea se dedica a las construcciones y el resto más del 98% es destinado para la cría, alimentación y manejo del ganado, en este estudio se analizaron los costos y los gastos en que se incurrieron y todos los beneficios económicos que se obtuvieron, y sobre estos ingresos totales y egresos totales incluyendo inversiones fijas iniciales, se calculó y evaluó la rentabilidad económica bajo dos escenarios. En el primero escenario, se analizó la situación inicial también llamada línea base o sistema tradicional ST, en los términos en que anteriormente operaba el rancho es decir antes de haberse establecido el sistema silvopastoril intensivo SSPi, considerando los parámetros técnicos que tenía en su momento, reproduciendo el escenario del sistema tradicional de forma económica, tanto en los costos incurridos como en los beneficios obtenidos, observando que en esos tiempos, 53 hectáreas (ha.) del predio se destinaron a los potreros en el rancho, de los cuales 21 ha estaban sembradas con un solo pasto como monocultivo a base de Tanzania *Panicum maximum*, y en esta área de pastoreo se tenían divisiones de potreros de aproximadamente cuatro ha, el manejo consistía en un periodo de ocupación de cinco a seis días, con periodos de descanso entre 40 y 45 días durante el año; se realizaban de 16 a 17 riegos al año, los cuales eran suspendidos en la época de lluvias, no se realizaba control químico de hierbas, se aplicaba fertilizante nitrogenado a base de Urea al 46% a razón de 200 kg por ha. En otra superficie de 16 ha, se sembraba de forrajes anuales en el ciclo primavera-verano con sorgo forrajero *Sorghum vulgare*, el cual era cortado y empacado para ser administrado a los animales en los corrales. Adicionalmente otras 16 ha., de terreno se ponía en descanso por un año y en este tiempo únicamente se utilizaba las 16 ha como agostadero para aprovechar en la alimentación del ganado los pastos criollos o nativos que en forma natural se desarrollaban en el predio durante el periodo de descanso y después del año de descanso eran usada esa unidad de terreno en la siembra de forrajes anuales de corte. Se le daba alimentación complementaria a base de alimentos comerciales, sólo a las vacas ordeñadas, por un periodo en promedio de 280 días, utilizando 3.50 kg diarios por cabeza; los principales ingredientes del alimento comercial lo constituyeron: el sorgo, el salvado, la pasta de oleaginosas y minerales. En ese mismo estudio pero en un segundo escenario se analizó el proyecto como se tenía ya el predio

durante el año 2013, el cual, hasta ese momento de estudio, considerando los datos acumulados de un año de operaciones con el SSPi, y tomando en cuenta los parámetros técnicos de carga animal, así como los productivos y reproductivos de la explotación obtenidos directamente del rancho, así como las inversiones y todas las labores ejecutadas desde el inicio de su operación ya con el SSPi hasta su puesta en total operación, las 53 ha destinadas a los potreros fueron totalmente establecidas con el SSPi, a base de *L. leucocephala* cv. Cunningham (34,500 plantas ha⁻¹), asociada con *P. maximum* cv. Tanzania, en este SSPi, se dividió el área con cercos eléctricos en varios potreros de aproximadamente una ha, cuando se realizó la siembra de ambas especies esta fue a chorrillo, con un distanciamiento entre hileras para la *L. leucocephala* de 1.60 m, con la gramínea establecida en hileras a ambos lados de la fila de la leguminosa, con una orientación este-oeste, el manejo de los potreros consistió en un periodo de ocupación de cuatro días con 40 días de descanso en la época de lluvias, y tres días de ocupación con 45 de descanso en la época seca, se proporcionaban 16 riegos al año, sin incluir la época de lluvias, ya que en ésta se suspenden. No se realiza ninguna aplicación de fertilizantes, no se controla químicamente las hierbas después del primer año, no se controla ninguna plaga ni enfermedad con ningún tipo de agroquímico y solo se dio alimentación complementaria a base de pulido de arroz a razón de 1.50 kg diarios por vaca parida, durante aproximadamente los 280 días que estaban produciendo leche. Estos dos sistemas de explotación y particularmente de alimentación del ganado de doble propósito estudiados tienen diferente nombre, al del primer escenario se le denominado línea base, inicio de proyecto o sistema tradicional y al del segundo escenario se le cita como SSPi o con proyecto, los dos sistemas se han utilizado en la alimentación del ganado bovino de doble propósito en la zona con el fin de obtener del mismo ganado carne y leche, para este caso se utilizaron animales de la raza suiza; en lo general a toda la infraestructura pecuaria del rancho siempre le ha dado un buen mantenimiento. Los cálculos de rentabilidad económica se realizaron en Excel, con base en las metodologías e indicadores económicos clásicos citados por (Baca, 1997) y (FIRA, 1985).

En ese tiempo, se consideró para el cálculo del valor actual neto (VAN) una tasa que incluía la inflación, más la prima de riesgo que el ganadero considera prudente, y de acuerdo con la naturaleza propia de ese tipo de empresas, por lo que, en total, se le aplicó al VAN una tasa del 10%. No se incluyeron impuestos en los cálculos, ya que de acuerdo a la Ley del Impuesto Sobre la Renta (2002), en el artículo 109, en su momento, los beneficios obtenidos por cada uno de los socios, estos estaban exentos del pago de impuestos en el sector agropecuario (DOF, Diario Oficial de la Federación, 2002). La proyección financiera se realizó en un horizonte de 10 años tanto para el periodo inicial o ST y el SSPi o con proyecto, con el fin de evaluar económicamente la rentabilidad de todas las inversiones (González, 2013).



Para segundo caso concerniente al estudio de los bovinos productores de carne, que fue publicado en el año 2016. Cita González, que, para su evaluación económica, se utilizaron los indicadores del Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR), el Periodo de Recuperación del Capital o Periodo recuperación de las Inversiones (PRC) y la Relación Beneficio Costo ($R=B/C$). Los cálculos se desarrollaron directamente en Excel. Que el trabajo se efectuó en un predio ubicado en el municipio de Apatzingán, Michoacán, México, de abril 2012 a marzo 2013, el terreno tiene una altitud de 255 snm, una temperatura promedio es de 28°C, con precipitación de 729 mm, en un clima es AW tropical seco, con vegetación selva baja caducifolia (Flores *et al.*, 2009). En el que se usaron 78 toretes enteros en etapa de crecimiento, de los grupos raciales Cebú con Charoláis y Cebú con Pardo Suizo, los que fueron pesados al momento de su compra, teniendo un peso por cb de 193.7±25.9 kg, y se dividió en dos los tratamientos con igual número de cabezas y razas, así como pesos similares (n=39): un explotación se realizó con libre pastoreo bajo el sistema silvopastoril intensivo SSPi a base de plantas de Huaxín (*Leucaena*) las que se establecieron a una distancia de 1.60 m entre hileras y 30 cm entre plantas, de *P. maximum* que se encontraba distribuido en todos los claros. El otro sistema se manejó de manera estabulada, a base de alimento comercial y rastrojo de maíz con grano, esta explotación también es llamada sistema tradicional con granos STC, los animales del grupo STC fueron implantados solo una vez en la oreja con Benzoato de estradiol y progesterona (Synovex-M® de FORT DODGE), los del SSPi no fueron implantados, todos los animales se pesaban para estarlos monitoreando, en promedio cada 29 días, con ayuno total de 12 horas, para los animales que pastaron en el SSPi se dispuso de 10 ha., pero solo en 8.3 ha. Se alimento el ganado, con rotación de potreros de 2 a 3 días de ocupación y 30 a 45 días de descanso por área utilizada. Los toretes del STC, se instalaron en el mismo predio en donde estaba el SSPi, pero estos estaban estabulados en 8 corrales con una superficie de 80 m² cada uno, los corrales se construyeron con postes y alambre de púas y en cada corral se instaló un bebedero de plástico con capacidad de 600 litros cada uno y en el centro un comedero de metal para asegurar un mejor acceso de los animales al concentrado, cada corral estaba provisto con sombra natural de árboles que se encontraban alrededor, además se utilizó sombra artificial con malla sombra en el área de alojamiento, el piso de los corrales fue rústico de tierra. Los toretes recibieron una dieta comercial con base en cereales (70%) y rastrojo de maíz con grano molido (30%) ofertados *ad libitum*, se aseguró al menos un 10% de rechazo, para que el ganado tuviera suficiente alimento concentrado para consumir las veinticuatro horas, el consumo total de la mezcla fue de 72,490 kg, de los cuales 50,743 kg fueron de alimento comercial y 21,747 kg de rastrojo de maíz con grano (González Pérez 2016).

En este último estudio su horizonte original del proyecto financieramente fue de 7 años, por lo que, con fines de homologación y comparación para este nuevo estudio, y con el fin de empatar el tiempo de análisis fue necesario replantear o realizar nuevos cálculos a 10 años, con los datos originales para no alterar el análisis comparativo.

Resultados

Al evaluar González (2013), la rentabilidad económica de las inversiones en una explotación de ganado bovino suizo de doble propósito explotado en el mismo predio, antes del proyecto y después de ejecutado, se observó al hacer la comparación lo siguiente: El análisis comparativo se realizó en dos líneas de alimentación diferente, en una el ganado bovino se alimentó bajo el sistema silvopastoril intensivo SSPi a base de *Leucaena leucocephala*, asociada con *Panicum maximum*, el cual denominé como SSPi, con el proyecto o proyecto establecido; y en el otro sistema de alimentación de los animales fue de manera más tradicional como operaba el predio anteriormente, a este se le denominó sistema tradicional ST, línea base o inicio del proyecto, en cuya explotación del predio fue el destinar el 40% de toda la superficie al monocultivo de pasto Tanzania *Panicum maximum*, el 30% a la siembra de sorgo forrajero *Sorghum* vulgar bajo el sistema de corte y otro 30% se utilizaba como de agostadero con pastos nativos, en esta última forma de explotación del rancho, denominado ST, línea base o inicio del proyecto se obtuvieron todos los indicadores técnicos, financieros y económicos negativos, mientras que en SSPi o proyecto establecido, todos sus indicadores fueron positivos, como se aprecia la tabla número 1. Denominada comparación técnica económica, en dos sistemas de explotación que se utilizaron con bovinos de doble propósito, uno denominado ST y el otro SSPi. Observando en los resultados de la tabla número 1, sobresale de manera sintetizada el hecho de que las inversiones fijas que se realizan al iniciar el proyecto son muy superiores cuando se trata de SSPi, esto obedece sobre todo al establecimiento del SSPi, el cual en principio es mayor al costo las otras formas en que se manejaba el sistema tradicional en el predio, situación que en parte limita su establecimiento, cuando los interesados o productores no cuentan con los recursos financieros propios, a no poseen fuentes alternas de financiamiento o apoyos gubernamentales, entre otras fuentes de apoyo financiero para ejecutar un proyecto con el SSPi, por lo que algunos ganaderos visionarios al no disponer de recursos para establecer el SSPi en el total del su predio lo hacen por etapas lentamente de acuerdo a su capacidad económica de los interesados. Sin embargo, después de lo anterior, se observa que todos los demás indicadores técnicos económicos son mejores en un SSPi, frente al ST. Empezando por el incremento de carga animal que se obtuvo en el predio, al pasar del ST de 2.10 UA por ha., a 5.50 UA por ha., en el SSPi, este incremento que se registró en la capacidad de carga animal y en la calidad del forraje,



constituye la principal causa que impacta en forma automática y de manera directa en el número de cabezas que se pueden alimentar y mantener en buenas condiciones de producción y productividad al año, trayendo como consecuencia un aumento en todos los indicadores económicos, lo que se reflejó en una mayor rentabilidad en el SSPi, ya que en el ST al calcular la tasa interna de retorno, tasa interna de rendimiento o TIR, resultado que esta únicamente llegó al .70% y en el SSPi se elevó al 13.30%, es decir en más de doce puntos porcentuales, por otra parte el valor actual neto o VAN en el que se descontaron los flujos al 10% en el ST o línea base resulto negativo en \$4,717,022.00 y en el SSPi fue positivo en \$2,202,170.00, al analizar el periodo de recuperación del capital o de las inversiones (PRC) con un VAN al 10% en el caso del ST no se obtiene la recuperación bajo ningún horizonte de proyecto, por el contrario a mayor tiempo mayor perdida, mientras que para el SSPi este se dio en un periodo de 7 años, al observar la relación beneficio-costos o $R=B/C$ con flujos actualizados al 10% incluyendo las inversiones, se observa que en el ST se pierde 53 centavos por cada peso invertido ya que su resultado fue de 0.47, mientras que en el SSPi se ganan 20 centavos por peso invertido ya que su resultado fue de 1.2, sin embargo al únicamente analizar la relación beneficio-costos operativa $R=B/C$ a valores constantes, y considerando únicamente ingresos operativos entre egresos operativos, en el ST se obtuvo una relación de 1.34 y en el SSPi de 2.8. Este último indicador es una de las múltiples razones por lo que teniendo resultados económicos negativos con el ST, los ganaderos de la zona no abandonó la actividad pecuaria cuando opero con el ST bajo ese escenario, ya que incluso la mayoría de los productores que en su origen no compraron las tierras, ya que las recibieron por herencia, no perciben la magnitud de sus pérdidas o no las observaban aparentemente ya que en la mayoría de los casos únicamente analizan los números positivos que le da la relación beneficio-costos operativo a valores constantes al analizar cuanto gastan anualmente en la explotación operativamente y cuánto, están ganando por peso operado y que para este caso fue de 34 centavos de ganancia por cada peso invertido en el corto plazo, pero no están considerando el valor original de las inversiones fijas más los valores de las posteriores adquisiciones, ni tampoco están analizando el resto de los impactos económicos clásicos que se manejan como indicadores de rentabilidad económica, los cuales se resumen en la tabla número 1, en la que se observa una comparación técnica económica, de los dos sistemas de explotación en los que se utilizaron bovinos de doble propósito, una explotación denominada indistintamente como ST, línea base o inicio del proyecto y la otra con los nombres de SSPi o proyecto establecido (González, 2013).

Tabla 1 Comparación técnica económica, de dos sistemas de explotación con bovinos de doble propósito, uno denominado ST, línea base o inicio del proyecto y el otro SSPi o proyecto establecido

<i>Conceptos</i>	<i>STC</i>	<i>SSPi</i>
Inversiones fijas y semifijas (\$)	8,686,584.00	10,561,480.00
Capacidad de carga promedio en UA por ha	2.1	5.5
Leche (l) (se transformó a queso para su venta)	1,172,000.00	3,093,894.00
Queso (k)	117,200	309,389
Ingresos totales en 10 años (\$)	10,556,304.00	26,975,729.00
Egresos totales en 10 años (\$)	7,885,476.00	9,548,374.00
Tasa interna de rendimiento (TIR)	0.70%	13.30%
Valor actual neto (VAN) al 10% (\$)	-4,717,022.00	2,202,170.00
Periodo de recuperación del capital o de las inversiones (PRC) con un VAN al 10%	No se da bajo ningún horizonte de proyecto	Se da en un horizonte a 7 años
Relación beneficio - costo operativo a valores constantes (ingresos/egresos)	1.34	2.8
Relación beneficio - costo (flujos actualizados al 10%/inversiones)	0.47	1.2

Fuente: Elaboración propia, considerando los datos originales de los cuadros 1, 2, 3, y 4 de González (2013 p. 41, 42, 43, y 44)

Por otra parte, según González Pérez en 2016, al evaluar económicamente una explotación de bovinos carne, en las que se utilizaron dos sistemas de explotación, una en la que la alimentación básica fue a partir de un sistema silvopastoril intensivo SSPi y otra en la que se operó un sistema tradicional con granos STC. Encontró que todos los indicadores económicos del STC fueron negativos, mientras que los del SSPi fueron positivos, si bien en el estudio se aprecia que en el STC, los ingresos fueron mayores al del SSPi, dado el peso que ganaron los animales fue mayor en menos tiempo, sin embargo sus costos de producción del STC fueron muy superiores a los del SSPi, lo que hace inviable económicamente al STC, mientras que el SSPi es rentable, el otro aspecto que se observa como limitante para aquellos los ganaderos que no tienen capital o no pueden conseguir dinero para invertir en el mediano



o largo plazo es que las inversiones iniciales para establecer y ejecutar el SSPi destinado a la engorda de ganado, son muy superiores frente a las necesidades para establecer el STC, sobre todo por el valor de las tierras y del establecimiento de SSPi. Sin embargo al revisar los indicadores económicos básicos, se aprecia que la relación beneficio costo operativa es negativa en el STC ya que en el experimento se perdió ocho centavos por cada peso operado, mientras que en el SSPi se ganó 30 centavos por cada peso operado, sin embargo cuando en esta relación se analiza incluyendo el valor de las inversiones fijas y actualizando los flujos como en este caso que fue del 10%, para el caso del STC se perdió 79 centavos por cada peso invertido, mientras que en el SSPi se ganó 10 centavos por cada peso invertido, finalmente se observó en el STC una TIR negativa en un -15.89%, mientras que para SSPi la TIR fue positiva de un 12.09%, y en el caso del VAN al 10% en el STC resultó un saldo negativo de \$-668,731.60, mientras que en el SSPi ascendió positivamente a \$121,639.82 (González Pérez, 2016). Dado que el horizonte financiero planeado en la investigación del año 2016, fue calculado a 7 años, así como sus indicadores económicos, razón por la cual para fines del presente estudio, se planteó un nuevo escenario financiero, utilizando los mismos datos originales del 2016, pero se calcularon todos los indicadores económicos, con un horizonte financiero de 10 años, para así poder lograr el objetivo de comparar finalmente la rentabilidad económica de las dos explotaciones que resultaron rentables con la alimentación de los SSPi, en Bovinos de doble propósito y en bovinos de carne.

Así el nuevo escenario realizado con un horizonte de 10 años en los bovinos carne, explotados uno con el STC y el otro con el SSPi, arrojo los siguientes resultados: las inversiones fijas y semifijas son pequeñas en el STC debido al poco espacio de terreno que se necesita, mientras que en el SSPi son muy superiores, ya que se requiere de la superficie adecuada que técnicamente es necesaria para pastar los animales todo el año, más la plantación del SSPi lo que hace que se requiera de mayores montos iniciales de capital, razón por lo que para el STC únicamente se necesitó en este rubro \$42,800.00, mientras que para que en el SSPi fue necesario \$917,598.00. los ingresos totales en el STC durante el horizonte de 10 años ascendieron a \$9,052,329.00, mientras que en el SSPi su ingreso total fue menor, llegando a únicamente \$6,690,033.00, esto se debe a que en el STC todos los animales aumentaron de peso en un menor tiempo, mientras que para el SSPi fue más lenta la engorda del ganado y eso repercutió directamente en el ingreso por cabeza en términos de tiempo. Por otra parte, los egresos totales durante el mismo horizonte de 10 años para el STC fueron alto, ya que llegó a \$9,869,375.00 y para el SSPi solo se tuvieron costos y gastos de producción en un total de \$5,096,204.00, lo anterior se debe a que el STC es un sistema totalmente consumista y dependiente externamente en toda la alimentación, principalmente de granos y forrajes, lo anterior presiona directamente sobre una mayor necesidad de capital de trabajo, mientras que el SSPi es un sistema no consumista e independiente casi en su totalidad, lo que

también repercute en una menor necesidad de capital de trabajo. Con base en los cálculos realizados bajo este escenario se dio como resultado las siguientes cifras e indicadores económicos. La tasa interna de rendimiento (TIR) para el STC fue negativa del -16.00%, mientras que para el SSPi fue de 12.53%. El valor actual neto (VAN) descontando los flujos al 10% para el STC fue negativo en -\$846,408.00, lo que lo hace totalmente inviable, por las pérdidas acumuladas cada año más las inversiones, mientras que para el SSPi además de recuperar la tasa proyectada se llegó a una utilidad adicional de \$186,782.00, lo que hace al sistema viable. Al analizar el periodo de recuperación del capital o de las inversiones (PRC) con un VAN al 10% en el STC no se llega a dar bajo ningún horizonte de proyecto, por el contrario, a más años proyectados son mayores los saldos negativos acumulados, mientras que para el SSPi esta recuperación se da en un horizonte de 10 años. La relación beneficio-costos operativo manejado únicamente con los valores constantes y considerando ingresos totales entre egresos totales en el STC se pierden 8 centavos por cada peso invertido, ya que arroja una relación de 0.92, mientras que para el SSPi se ganan 31 centavo por cada peso invertido, ya que su razón fue de 1.31. Cuando se analizó la relación beneficio-costos utilizando flujos anuales actualizados al 10% entre el total de las inversiones iniciales, para el STC no se dio ningún beneficio ya que todas sus cifras básicas para el cálculo fueron negativas, mientras que para SSPi fueron positivas en 1.16, ganado así 16 centavos por cada peso invertido, además del 10% motivo de actualización de los flujos anuales. En términos generales, al comparar el horizonte financiero de 7 años, el cual fue publicado en 2016, con un escenario de horizonte mayor como fue el caso de analizarlo a 10 años, se encontró que a mayor años de explotación del STC el VAN descontado al 10% presenta un ligero incremento negativo por cada año que pasa, lo que repercute en una mayor descapitalización mientras más tiempo se maneje el STC, mientras que en el SSPi los números también se incrementan ligeramente por cada año de trabajo, pero en términos positivos, lo que permite aumentar más la capitalización de los ganaderos a medida que sea mayor el periodo de explotación. Los datos con el análisis financiero a 10 años de los dos sistemas STC y SSPi, que se utilizaron en la engorda de bovinos carne, se aprecian comparativamente de manera resumida en la tabla número 2.



Tabla 2 Comparación técnica económica, de dos sistemas de explotación de bovinos de carne, uno denominado sistema tradicional con granos STC, y el otro sistema silvopastoril intensivo SSPi

Conceptos	STC	SSPi
Inversiones fijas y semifijas (\$)	42,800.00	917,598.00
Ingresos totales en 10 años (\$)	9,052,329.00	6,690,033.00
Egresos totales en 10 años (\$)	9,869,375.00	5,096,204.00
Tasa interna de rendimiento (TIR)	-16.00%	12.53%
Valor actual neto (VAN) al 10% (\$)	-846,408.00	186,782.00
Periodo de recuperación del capital o de las inversiones (PRC) con un VAN al 10%	No se da bajo ningún horizonte de proyecto	Se da en un horizonte de 10 años
Relación beneficio - costo operativo a valores constantes (ingresos/egresos)	0.92	1.31
Relación beneficio - costo (flujos actualizados al 10%/inversiones)	No existe, ya que únicamente se registró cifras negativas	1.16

Fuente: Elaboración propia, con un horizonte financiero modificado a 10 años, considerando los datos originales de las tablas 3, 4, 5, y 6 de González Pérez (2016 p.158)

Con los resultados originales del trabajo denominado: Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (sspi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México) el cual fue utilizado en la explotación de ganado bovino de doble propósito. Así como una vez realizada la adaptación a una nueva planeación financiera, con un horizonte de 10 años, hecha a la investigación original denominada: Evaluación económica de una engorda de toretes en dos sistemas de alimentación, ambos estudios desarrollados por González, el primero en 2013 y el segundo en 2016. Una vez homologados los dos análisis económicos, en términos de un horizonte de planeación financiera igual en los dos casos, se pudo establecer una comparación económica, para identificar en cuál de los dos casos se potencia más económicamente el sistema silvopastoril intensivo SSPi, si cuando es utilizado como fuente principal en la alimentación

de los bovinos de doble propósito (carne y leche) o cuando se emplea con bovinos productores de carne. Encontrando que independientemente de que en los dos casos de aprovechamiento el SSPi es muy benévolo y tiene una mayor rentabilidad que los sistemas tradicionales utilizados en la zona. Sin embargo, concretamente ya realizados el análisis en los dos diferentes tipos de ganado bovino, se observó que en términos económicos resulto ser más viable en todos sentidos cuando la explotación del SSPi se realiza para alimentar a los bovinos de doble propósito, que cuando se emplea en los bovinos productores de carne, ya que en el ganado de doble propósito todos los indicadores son mejores y están por arriba de los indicadores que se dieron con los bovinos carne. Observando que la tasa interna de rendimiento (TIR) es ligeramente superior en los bovinos de doble propósito, el periodo de recuperación del capital invertido (PRC), cuando se descuentan todos sus flujos con un VAN al 10%, se logra su recuperación en un horizonte de menor tiempo en el caso de los animales de doble propósito y se extiende su recuperación a más años en el caso de los bovinos de carne, por otra parte la relación beneficio-costo operativo considerando valores constantes y en el que únicamente se considera para su cálculo los ingresos totales entre todos los egresos de producción y operación, en los bovinos de doble propósito se gana un peso ochenta centavos por cada peso operado, mientras que en los bovinos de carne se ganan treinta y un centavo por peso operado, sin embargo dado que en los bovinos de doble propósito se requiere mayores inversiones iniciales y cuando se maneja el análisis de la relación beneficio-costos con los mismos flujos actualizados al 10% y se consideran las inversiones iniciales fijas, diferidas y la necesidad del capital de trabajo se observó que sigue siendo superior el beneficio en los bovinos de doble propósito frente a los bovinos de carne, pero en menores unidades económicas, ya que en el primer caso se ganaron 20 centavos por peso invertido y en el segundo 16 centavos por peso invertido, de forma resumida se muestra la comparación económica en la tabla número 3.



Tabla 3 Comparación económica, del sistema silvopastoril intensivo SSPi, utilizado como fuente principal en la alimentación de los bovinos de doble propósito, y en los bovinos productores de carne

<i>Conceptos</i>	<i>*Doble propósito</i>	<i>**Carne</i>
Tasa interna de rendimiento (TIR)	13.30%	12.53%
Valor actual neto (VAN) al 10% (\$)	2,202,170.00	186,782.00
Periodo de recuperación del capital o de las inversiones (PRC) con un VAN al 10%	Se da en un horizonte a 7 años	Se da en un horizonte a 10 años
Relación beneficio - costo operativo a valores constantes (ingresos/egresos)	2.8	1.31
Relación beneficio - costo (flujos actualizados al 10%/inversiones)	1.2	1.16

Fuente: *Elaboración propia, considerando los datos originales de los cuadros 1, 2, 3, y 4 de González (2013 p. 41, 42, 43, y 44). **Elaboración propia, con un horizonte financiero modificado a 10 años, considerando los datos originales de las tablas 3, 4, 5, y 6 de González Pérez (2016 p.158)

Conclusión

Una vez analizada la rentabilidad económica del SSPi cuando este sistema es utilizado como principal fuente de alimentación tanto en los bovinos de doble propósito, como en la engorda de ganado bovino productor de carne en el Valle de Apatzingán, Michoacán, México, independientemente de que en los dos tipos de animales se tiene buena rentabilidad. Se encontró que cuando se destina el SSPi para alimentar los bovinos de doble propósito se requiere de mayor porcentaje de capital inicial que cuando se emplea en los bovinos de engorda, ya que en el primer caso se requiere más infraestructura, más los valores del pie de cría, lo que repercute en mayores inversiones fijas y semi fijas para su explotación integral. Pero en términos de rentabilidad económica, todos los indicadores clásicos, resultaron ser ligeramente superiores cuando el SSPi es utilizado en bovinos de doble propósito, que cuando se maneja el SSPi en la engorda de bovinos de carne.

Independientemente de que el SSPi utilizado en la alimentación del ganado de doble propósito es superior su rentabilidad, a cuando el mismo SSPi es utilizado en bovinos engorda. Resulta que según González 2016, el SSPi utilizado para alimentar bovinos engorda, es altamente competitivo frente a los STM.

En virtud de que el presente estudio únicamente se limita al análisis de SSPi, para encontrar cual es la opción económica que sea más rentable para reducir costos de pastoreo en la producción de bovinos de doble propósito y en la producción de bovinos carne, para determinar cuál de los dos tiene mayor rentabilidad y mejor beneficio costo económico. Por eso tiene múltiples limitaciones que son áreas de oportunidad para ampliar o investigar otros aspectos como los impactos de la inseguridad en el sector, o la eficiencia de nuevas técnicas de producción, innovaciones que impacten a los sistemas de producción, aspectos de sustentabilidad, sostenibilidad, uso del máquetin digital, mercados alternativos, inocuidad, etc.

Tampoco se analiza el impacto social del SSPi, frente a los STM, únicamente en la zona motivo de estudio fueron investigados parcialmente por González en el año 2012. El cual sita una serie de indicadores sociales, resaltando el hecho de que los SSPi requieren más mano de obra calificada y no calificada, directa e indirecta, por arriba de los ST, adicionalmente se ha observado una mayor contribución de los SSPi en la generación de diversos negocios locales y agroindustrias familiares, micro industrias y en algunos casos pequeñas industrias de lácteos.

Agradecimientos:

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo integral de manera institucional, más los apoyos económicos que se brindan a través de la CIC, para el desarrollo de las investigaciones.

Bibliografía citada

- Baca, G. (1997). *Evaluación de proyectos de inversión* (3era.). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., & Narváz-Solarte, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: Alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 22(1), 31-42. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>
- DOF. Diario Oficial de la Federación. (2002, enero 1). *Ley del Impuesto Sobre la Renta*. Artículo 109, fracción XXVII., 55.
- Dongyu, Q. (2022). *FAO - Noticias: Nuevas hipótesis sobre la seguridad alimentaria mundial basadas en el conflicto entre la Federación de Rusia y Ucrania*. <https://www.fao.org/director-general/news/news-article/es/c/1476483/>



- FIRA. (1985). *Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica. Serie Ganadería. Ganado bovino productor de carne*. FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México). Documento institucional, elaborado por personal especializado de la Subdirección Técnica de Evaluación de Proyectos y Asistencia Técnica, y de sus Oficinas Foranes.
- Flores, M. X., Ávila, N. A., & Solorio, B. (2009). *Modelo de consenso silvopastoril intensivo para la ganadería sostenible del trópico Michoacano. Ruta Silvopastoril Valle de Apatzingán Tepalcatepec, Mich./México*. Fundación Produce Michoacan, A.C. Texto interno.
- González, J. M. (2013). Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (sspi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3), 35-50.
- González Pérez, J. M. (2016). Evaluación económica de una engorda de toretes en dos sistemas de alimentación. *CIENCIA ergo-sum*, 23(2), Article 2.
- López-Cobá, E., Solorio-Sánchez, F. J., Chay-Canul, A., González-Moreno, A., Ku-Vera, J., & Ramírez-Avilés, L. (2012). Indicadores Ambientales y Biodiversidad de Fauna en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. En: IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. En la Ganadería con Ciencia. Celebrado del 21 al 23 de marzo de 2012 en Morelia y Valle de Apatzingán/Tepalcatepec, Mich. Memorias. *Fundación Produce Michoacán, A. C.*
- López-Vigoa, O., Sánchez-Santana, T., Iglesias-Gómez, J. M., Lamela-López, L., & Soca-Pérez, M. (2017). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 107-183.
- Murgueitio R., E., Chará O, J., Barahona R, R., Cuartas C, C., & Naranjo R, J. (2014). LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES INTENSIVOS (SSPI), HERRAMIENTA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 501-507.
<https://redalyc.org/articulo.oa?id=93935728001>
- Ramírez-Avilés, L., Casanova-Lugo, F., Castillo-Caamal, J. B., & Solorio-Sánchez, J. F. (2009). *RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL TRÓPICO*. En: *II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. En camino hacia núcleos de ganadería y bosques. 3/4/5 noviembre 2009. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán, México*. Memorias. Fundación Produce Michoacán, A.C.; Publicación interna de la Fundación Produce Michoacán, A.C.

- Rivera-Herrera, J. E., Molina-Botero, I., Chará-Orozco, J., Murgueitio-Restrepo, E., & Barahona-Rosales, R. (2017). *Sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit: Alternativa productiva en el trópico ante el cambio climático* *Intensive silvopastoral systems with Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit: Productive alternative in the tropic in view of the climate change*. 40(3).
- Rodríguez, M. E., Corral-flores, G., Solorio, B., Alarcón, A. D., Grado-Ahuir, J. A., Rodríguez-Muela, C., Cortez-Palacios, L., Segovia, V. E., & Solorio, F. J. (2013). CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINOS ENGORDADOS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO EN DOS EPOCAS DEL AÑO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(2), Article 2.
<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1557>
- Sánchez-D, G. (1988). *El Suroeste de Michoacán: Estructura Económico Social 1821- 1854* (1 er). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Históricas.
- Sánchez-R, G., & Sánchez-V, A. (2005). *La ganadería bovina del Estado de Michoacán. Más de cuatro siglos de tradición y cultura ante los retos del nuevo milenio* (1 er). Fundación Produce Michoacán, A.C.; Documento interno de la FPM.
- Solís, A. D. S., Martínez, R., Sánchez, J., Estrada, J. G., Avilés, F., Gutiérrez, A. T., & Castelán, O. A. (2013). Características Del Queso Tepeque De La Tierra Caliente De Michoacán: Un Queso Producido En Un Sistema Silvopastoril Intensivo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(2), 201-214.
- Solorio-Sánchez, F. J., Bacab-Pérez, H. M., & Ramírez-Avilés, L. (2011). *Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos: Avances de Investigación en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. En: III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XX. Celebrado del 3 al 5 de marzo de 2011, Morelia y Tepalcatepec, Michoacán*. Fundación Produce Michoacán, A.C. en Morelia Michoacán. México; Documento interno de la FPM.
- Violencia e ingobernabilidad: El diagnóstico de Tierra Caliente a una década del surgimiento de las autodefensas*. (2023, marzo 13). infobae.
<https://www.infobae.com/mexico/2023/03/13/violencia-e-ingobernabilidad-el-diagnostico-de-tierra-caliente-a-una-decada-del-surgimiento-de-las-autodefensas/>